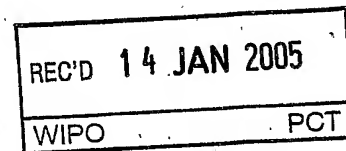


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

22.12.2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 60 155.4

**Anmeldetag:** 20. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:** Voith Turbo GmbH & Co KG, 89522 Heidenheim/DE

**Bezeichnung:** Antriebsstrang mit Abgasnutzung und  
Steuerungsverfahren

**IPC:** F 02 B 41/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
**Faust**

## Antriebsstrang mit Abgasnutzung und Steuerungsverfahren

Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang, insbesondere Kraftfahrzeugantriebsstrang, bei welchem die Abgasenergie der Abgase eines Verbrennungsmotors mittels einer Abgasnutzturbine zum Antrieb genutzt wird. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung eines solchen Antriebsstrangs.

Die Verwendung von Abgasnutzturbinen in Antriebssträngen, insbesondere in Kraftfahrzeugantriebssträngen, ist bekannt. Gemäß eines bekannten Typs wird im Abgasenergienutzbetrieb die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors zusätzlich durch die Abgasnutzturbine angetrieben, welche in eine geeignete Triebverbindung mit der Kurbelwelle geschaltet ist. Die Triebverbindung umfasst eine hydrodynamische Kupplung, welche das Antriebsmoment der Abgasnutzturbine auf die Kurbelwelle überträgt. Geeignete Übersetzungen oder Getriebe können ebenso zwischengeschaltet sein.

Gemäß einer Weiterentwicklung dieses Typs dient die hydrodynamische Kupplung nicht nur zur Drehmomentübertragung im Abgasenergienutzbetrieb, sondern sie wird auch als hydrodynamische Bremse, d. h. als sogenannter Retarder verwendet. Dazu wird ein Rad der hydrodynamischen Kupplung mechanisch festgesetzt, und zwar das mit der Abgasnutzturbine in Verbindung stehende Rad. Alternativ kann auch mit zwei unterschiedlichen hydraulischen Kreisläufen gearbeitet werden, welche einen Kupplungsraum und einen Retarderraum gezielt füllen und entleeren.

Als Mittel zum Abbremsen bzw. Festsetzen des einen Rades der hydrodynamischen Kupplung kann beispielsweise eine Lamellenkupplung verwendet werden. Bei solchen Lamellenkupplungen sind immer wieder technische Probleme aufgetreten, welche zumeist auf Überlastung zurückgeführt wurden. Entsprechend hat man die Lamellenkupplungen leistungsstark ausgelegt, d. h. mit erheblichen konstruktiven Ausmaßen und einem erheblichen Gewicht. Einerseits führt diese Auslegung zu hohen Kosten. Andererseits ist das zusätzliche Gewicht insbesondere bei

Kraftfahrzeugen als nachteilig anzusehen, da man bekanntlich heutzutage danach strebt, den Kraftstoffverbrauch zu minimieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Antriebsstrang mit einem Verbrennungsmotor, einer Abgasnutzturbine und einer hydrodynamische Kupplung in der Triebverbindung zwischen einer Kurbelwelle und der Abgasnutzturbine, wobei die hydrodynamische Kupplung auch zum hydrodynamischen Bremsen eingesetzt wird, derart weiterzuentwickeln, dass die Nachteile des Standes der Technik ausgeräumt werden. Insbesondere soll ein baulich kleineres Mittel, insbesondere eine Lamellenkupplung, zum Abbremsen bzw. Verriegeln des einen Kupplungsrades verwendet werden können. Ferner soll ein Steuerungsverfahren zum Steuern des erfindungsgemäßen Abtriebsstrangs dargelegt werden.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Antriebsstrang und ein Steuerverfahren für einen Antriebsstrang gemäß der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Unteransprüche beschreiben besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Der Erfinder hat eine Möglichkeit zur Gestaltung eines gattungsgemäßen Antriebsstrangs erkannt, bei welchem die hydrodynamische Kupplung für große Übertragungsleistungen ausgeführt werden kann und zugleich nur eine vergleichsweise schwache Abbrems- bzw. Verriegelungseinrichtung zum Abbremsen und Verriegeln von einem Schaufelrad der hydrodynamischen Kupplung verwendet werden kann, ohne dass die Gefahr einer Überlastung derselben besteht. Bei dem erfindungsgemäßen Antriebsstrang werden sozusagen die Bereiche größter Lastspitzen aus dem Betriebsverhalten ausgeblendet. Dadurch wird zum einen die Kupplung geschont und andererseits bei Verwendung in einem Kraftfahrzeug der Fahrkomfort durch einen sanfteren Übergang vom Kupplungsbetrieb in den Retarderbetrieb erhöht. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, dass eine Steuerung vorgesehen ist, welche den Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung vor der Abbremsung des Primärrades, d. h. des Schaufelrades, welches der Abgasnutzturbine zugeordnet ist und als Stator im Retarderbetrieb verwendet wird, auf einen vorgegebenen Füllungsgrad entleert. Alternativ oder zusätzlich kann die

Entleerung zusammen mit der Abbremsung des Primärrades der hydrodynamischen Kupplung erfolgen. Wichtig ist nur, dass die Entleerung so rechtzeitig erfolgt, dass keine lang anhaltenden bzw. überhaupt keine Belastungszustände auftreten, welche die Leistungsfähigkeit der Bremseinrichtung überschreiten.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführung ist die Bremseinrichtung zum Abbremsen und mechanischen Verriegeln des Primärrades der hydrodynamischen Kupplung eine Lamellenkupplung. Zudem ist es vorteilhaft, wenn die hydrodynamische Kupplung im Kühlkreislauf eines Fahrzeugs angeordnet ist und das Arbeitsmedium das Fahrzeugkühlmedium, insbesondere Wasser oder ein Wassergemisch, ist.

Zur gezielten Entleerung des Arbeitsraumes der hydrodynamischen Kupplung vor oder beim Abbremsen des Primärrades können verschiedene Konzepte zum Einsatz kommen. Gemäß einer Ausführungsform ist in Strömungsrichtung vor der hydrodynamischen Kupplung ein 3/2-Wegeventil im Kühlkreislauf angeordnet, welches bei ungebremstem Primärrad, d. h. im „normalen“ Fahrbetrieb, den zufließenden Arbeitsmediumstrom in Richtung der hydrodynamischen Kupplung und zugleich in Richtung des Verbrennungsmotors, welcher durch das Arbeitsmedium bzw. Kühlmedium gekühlt wird, aufteilt. Unmittelbar vor der Abbremsung und/oder bei der Abbremsung des Primärrades schaltet das 3/2-Wegenventil und sperrt den Arbeitsmediumstrom in Richtung der hydrodynamischen Kupplung ab, so dass mangels Zufluss der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung durch anhaltenden Abfluss auf den gewünschten Füllungsgrad entleert wird.

Alternativ oder zusätzlich kann in Strömungsrichtung vor der hydrodynamischen Kupplung eine Drosselstelle vorgesehen sein, welche den Arbeitsmediumstrom vor der Abbremsung bzw. bei der Abbremsung des Primärrades drosselt. Diese Drosselstelle kann in Form einer geregelten Drossel oder durch eine zuschaltbare Drossel, beispielsweise in einem Bypass, ausgeführt sein.

Alternativ oder zusätzlich, um die Entleerungsgeschwindigkeit zu vergrößern, kann in Strömungsrichtung hinter der hydrodynamischen Kupplung eine vergrößerbare Ablauföffnung bzw. zusätzliche Ablauföffnungen vorgesehen sein, mit

welcher/welchen der zur Verfügung stehende Strömungsquerschnitt vor dem Bremsen oder beim Bremsen des Primärrades der hydrodynamischen Kupplung erweitert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch mindestens drei Schritte aus:

Im Abgasenergienutzungsbetrieb, d. h. in einem Betriebszustand, in welchem mittels der Abgasnutzturbine Abgasenergie in Rotationsenergie umgewandelt wird und zum (zusätzlichen) Antreiben der Kurbelwelle verwendet wird, wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung im wesentlichen gefüllt oder vollständig gefüllt gehalten und entsprechend der gewünschten Kupplungsfunktion, d. h. der Übertragung des gewünschten Drehmoments von der Abgasnutzturbine auf die Kurbelwelle, keines der Kupplungsschaufelräder, d. h. weder Primärrad noch Sekundärrad, mechanisch gebremst. Im Retarderbremsbetrieb, d. h. in dem Betriebszustand, in welchem das Primärrad der hydrodynamischen Kupplung mechanisch gegen eine Drehung verriegelt ist und die hydrodynamische Kupplung als Retarder arbeitet, wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung auf einem vorgegebenen Füllungsgrad gehalten, welcher in der Regel kleiner ist als der Füllungsgrad im Kupplungsbetrieb, d. h. im Abgasenergienutzbetrieb. Wie bei herkömmlichen hydrodynamischen Kupplungen ist natürlich in bestimmten Betriebszuständen auch eine Teilfüllung im Kupplungsbetrieb möglich, und wie bei herkömmlichen Retardern eine Vollfüllung im Retarderbetrieb.

Beim Umschalten vom Abgasenergienutzbetrieb zum Retarderbetrieb wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung auf einen vorgegebenen Füllungsgrad entleert. Das Umschalten beginnt mit dem Abbremsen des Primärrades der hydrodynamischen Kupplung oder schon vorher in dem Falle einer Entleerung unmittelbar vor Beginn der Bremsung des Primärrades.

Um die Brems- bzw. Verriegelungseinrichtung besonders klein ausführen zu können, wird beim Umschalten der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung vollständig entleert. Häufig ist es jedoch ausreichend, wenn nur eine Teilentleerung stattfindet.

Sofern im Retarderbetrieb die hydrodynamische Kupplung mit einer Teilfüllung betrieben wird, beispielsweise um die optimale Bremsleistung einzustellen, gibt es zwei Möglichkeiten des „Anfahrens“ dieses Teilfüllungszustandes. Gemäß der ersten Möglichkeit wird vor bzw. beim Abbremsen des Primärrades der hydrodynamischen Kupplung direkt dieser Füllungsgrad des Retarderbetriebes angefahren. Gemäß der zweiten Möglichkeit wird ein Füllungsgrad angefahren, welcher einen Füllungsgrad kleiner als der des Retarderbetriebes aufweist. Entsprechend wird anschließend die Kupplung wieder bis zum Füllungsgrad des Retarderbetriebes aufgefüllt.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Es zeigen:

Figur 1      einen prinzipiellen Aufbau der Triebverbindung zwischen der Abgasnutzturbine und der Kurbelwelle;

Figur 2      ein Steuerschema für die Steuerung eines erfindungsgemäßen Antriebsstrangs;

Figur 3      die Zustände des in der Figur 2 gezeigten 3/2-Wegeventils im Detail.

In der Figur 1 erkennt man die Triebverbindung zwischen einer Abgasnutzturbine 2 und einer Kurbelwelle 3 eines nicht dargestellten Verbrennungsmotors, welche gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ausgeführt ist. Die angetriebene Welle der Abgasnutzturbine ist über ein erstes Getriebe 8 mit dem Primärrad 4.1 der hydrodynamischen Kupplung 4 verbunden. Die Kurbelwelle 3 ist über ein zweites Getriebe 9 mit dem Sekundärrad 4.2 der hydrodynamischen Kupplung 4 verbunden. Dementsprechend wird bei einer Befüllung des Arbeitsraumes der hydrodynamischen Kupplung 4, vorzugsweise bei einer Vollbefüllung, Drehmoment bzw. Drehleistung von der Abgasnutzturbine 2 auf die Kurbelwelle 3 übertragen.

Um ein Bremsmoment zu erzeugen, ist das Primärrad 4.1 der hydrodynamischen Kupplung 4 mittels der Lamellenkupplung 5 abbrembar und mechanisch verriegelbar. Diese Verriegelung hat bei der vorliegenden Ausführung zwei Wirkungen: Zunächst wirkt die hydrodynamische Kupplung 4 als Retarder, d. h. die Kurbelwelle 3 treibt weiterhin über das Getriebe 9 das Sekundärrad 4.2 der hydrodynamischen Kupplung 4 an, über den gefüllten Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung 4, vorteilhaft mit einer vorgegebenen Teilfüllung befüllt, wird Drehmoment vom Sekundärrad 4.2 auf das Primärrad 4.1 übertragen und über die Lamellenkupplung 5 abgeleitet. Dadurch entsteht eine Bremswirkung, welche die Kurbelwelle 3 abbremst.

Die zweite Wirkung ist darin zu sehen, dass die Lamellenkupplung 5 über das Primärrad 4.1 und das Getriebe 8 auch den Läufer der Abgasnutzturbine 2 festsetzt. Dementsprechend wird der Abgasstrom, welcher durch die Abgasnutzturbine strömt, gedrosselt, was zu einem erhöhten Abgasdruck führt, welcher wiederum den nicht dargestellten Verbrennungsmotor abbremst. Man könnte diese Wirkung mit der einer Auspuffklappenbremse vergleichen.

In der Figur 2 ist ein Steuerschema für eine mögliche Steuerung des erfindungsgemäßen Antriebsstrangs bzw. ein mögliches Steuerverfahren gemäß der Erfindung gezeigt. Für die bereits in der Figur 1 gezeigten Bauteile werden dieselben Bezugszeichen verwendet, so dass diese Beschreibung nicht wiederholt werden braucht.

Die hydrodynamische Kupplung 4 ist im Kühlkreislauf 6 eines Fahrzeugs angeordnet. Zum Kühlen des Kühlmediums, welches zugleich Arbeitsmedium der hydrodynamischen Kupplung ist, vorzugsweise Wasser oder ein Wassergemisch, ist ein Kühler 10 in den Kühlkreislauf 6 geschaltet. Dieser kann, wenn eine Kühlung nicht erforderlich ist, über den gezeigten Bypass umgangen werden. Die Ausgabewerte eines Thermostats 11 werden zur Aufteilung des entsprechenden Kühlmediumstroms, entweder durch den Kühler 10 oder durch den Bypass, herangezogen.

Das Kühlmedium bzw. das Arbeitsmedium wird durch die Kühlwasserpumpe 12 im Kühlkreislauf umgewälzt. Wie man sieht, ist nur eine einzige Kühlwasserpumpe 12 im gesamten Kühlkreislauf vorgesehen.

Ferner sind weitere bekannte Komponenten eines herkömmlichen Kühlkreislaufes dargestellt, beispielsweise die Temperatursensoren 13 vor und hinter dem durch das Kühlmedium gekühlten Motor 1, ein Ausgleichsbehälter 14, in welchen die Motorentlüftung 15 und die Kühlerentlüftung 16 mündet, ein 2/2-Wegeventil 17, welches bei Bedarf Kühlmedium aus dem Ausgleichsbehälter in den Kühlkreislauf leitet sowie verschiedene Rückschlagventile 18.

In Strömungsrichtung hinter der Kühlwasserpumpe 12 ist ein 3/2-Wegeventil 7 vorgesehen, welches den Kühlmediumstrom bzw. Arbeitsmediumstrom in zwei Richtungen aufteilt, nämlich in Richtung der hydrodynamischen Kupplung 4 und in Richtung des Motors 1. Soll nun der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung 4 gezielt entleert werden, wobei unter Entleerung auch eine Entleerung auf eine Teilfüllung sowie eine vollständige Entleerung zu verstehen ist, wird das Umschaltventil 7 aus der gezeigten Stellung geschaltet (in der Zeichnung in Richtung nach links), so dass die Strömung von Arbeitsmedium in Richtung der hydrodynamischen Kupplung 4 unterbrochen wird. Entsprechend wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung 4 entleert und zwar über den Leitungszweig 6.1 des Kühlkreislaufes 6, in welchen das Auslassregelventil 19 geschaltet ist.

Mittels des Auslassregelventils 19 kann der wirksame Strömungsquerschnitt der Leitung, welche das Arbeitsmedium aus der hydrodynamischen Kupplung 4 abführt, eingestellt werden. Das Auslassregelventil 19 kann dabei vorteilhaft unmittelbar an der hydrodynamischen Kupplung 4 bzw. in der hydrodynamischen Kupplung 4 angeordnet sein, es ist jedoch auch möglich, das Auslassregelventil 19 in einer arbeitsmediumführenden Leitung hinter der hydrodynamischen Kupplung 4 anzuordnen. Durch Vergrößern des wirksamen Strömungsquerschnitts mittels des Auslassregelventils 19 kann die Abströmgeschwindigkeit bzw. das Abströmvolumen des Arbeitsmediums aus der hydrodynamischen Kupplung 4 vergrößert werden, was



zu einer schnelleren Entleerung des Arbeitsraumes der hydrodynamischen Kupplung 4 führt.

Wie bereits oben dargelegt wurde, ist das Auslassregelventil 19 nicht unbedingt für die erfindungsgemäße Steuerung erforderlich, sondern stellt lediglich eine Option für eine schnellere Entleerung dar. Anstelle der Verwendung eines Umschaltventils bzw. 3/2-Wegeventils 7 könnte für eine Entleerung des Arbeitsraumes der hydrodynamischen Kupplung 4 auch eine Drossel (nicht gezeigt) zum Einsatz kommen. In diesem Fall wäre stets eine Strömung in den Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung 4 gegeben, welche entsprechend beim Umschalten vom Kupplungsbetrieb in den Retarderbetrieb gezielt gedrosselt würde.

In der Figur 3 ist das 3/2-Wegeventil 7 nochmals im einzelnen dargestellt. Wie man sieht, weist es zwei Schaltstellungen auf, nämlich die Schaltstellung I, in welcher der über den Anschluss 7.1 zugeführte Arbeitsmediumstrom auf die beiden Auslässe 7.2 und 7.3 aufgeteilt wird, wobei der Auslass 7.2 zur hydrodynamischen Kupplung 4 und der Auslass 7.3 zum Verbrennungsmotor 1 führt, wie in der Figur 2 gezeigt ist. In der Schaltstellung II wird das über den Anschluss 7.1 zugeführte Arbeitsmedium ausschließlich zum Auslass 7.3, d. h. in Richtung des Verbrennungsmotors 1, geleitet, während der Auslass 7.2 abgesperrt ist.

Beim Fahren im Kupplungsbetrieb werden insbesondere zwölf Liter pro Minute in Richtung der hydrodynamischen Kupplung 4, d. h. über den Anschluss 7.2 geleitet. Beim Bremsen im Retarderbetrieb der hydrodynamischen Kupplung werden vorteilhaft 400 Liter pro Minute zur hydrodynamischen Kupplung geleitet.

Beim Umschalten vom Abgasenergienutzbetrieb zum Retarderbetrieb wird, wie beschrieben, der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung vor dem mechanischen Abbremsen und/oder beim mechanischen Abbremsen des Primärrades der hydrodynamischen Kupplung vorteilhaft auf einen vorgegebenen Füllungsgrad entleert. Dieser Füllungsgrad kann gemäß einer besonderen Ausführungsform beispielsweise durch eine vorgegebene Zeitspanne bestimmt werden, über welcher eine Entleerung des Arbeitsraums stattfindet. Beispielsweise

- kann das Ventil 7 für ein bestimmtes Zeitintervall in die Stellung II geschaltet werden,  
sowie alternativ oder zusätzlich der Querschnitt des Auslassregelventils 19 für eine  
bestimmte Zeitspanne vergrößert werden.

## Bezugszeichenliste

|               |   |
|---------------|---|
| 1             | Verbrennungsmotor   |
| 2             | Abgasnutzturbine  |
| 3             | Kurbelwelle   |
| 4             | hydrodynamische Kupplung  |
| 4.1           | Primärrad   |
| 4.2           | Sekundärrad   |
| 5             | Lamellenkupplung  |
| 6             | Kühlkreislauf   |
| 6.1           | Kühlkreislaufzweig  |
| 7             | 3/2-Wegeventil  |
| 7.1, 7.2, 7.3 | Anschluss   |
| 8             | Getriebe  |
| 9             | Getriebe  |
| 10            | Kühler  |
| 11            | Thermostat  |
| 12            | Wasserpumpe   |
| 13            | Temperatursensor  |
| 14            | Ausgleichsbehälter  |
| 15            | Motorentlüftung   |
| 16            | Kühlerentlüftung  |
| 17            | 2/2-Wegeventil  |
| 18            | Rückschlagventil  |
| 19            | Auslassregelventil  |
| I             | Schaltstellung im Kupplungs- und Retarderbetrieb                  |
| II            | Schaltstellung beim Umschalten vom Kupplungs- zum Retarderbetrieb |

## Patentansprüche

1. Antriebsstrang, umfassend
  - 1.1 einen Verbrennungsmotor (1);
  - 1.2 eine Abgasnutzturbine (2), welche im Abgasstrom des Verbrennungsmotors (1) angeordnet ist;
  - 1.3 eine Kurbelwelle (3), die vom Verbrennungsmotor (1) angetrieben wird;
  - 1.4 die Kurbelwelle (3) ist über eine hydrodynamische Kupplung (4) mit der Abgasnutzturbine (2) in eine Triebverbindung schaltbar, so dass die Kurbelwelle (3) von der Abgasnutzturbine (2) angetrieben wird;
  - 1.5 die hydrodynamische Kupplung (4) weist ein Primärrad (4.1) und ein Sekundärrad (4.2) auf, welche miteinander einen Arbeitsraum ausbilden, der mit einem Arbeitsmedium zur Drehmomentübertragung befüllbar ist;
  - 1.6 das Primärrad (4.1) steht in Triebverbindung mit der Abgasnutzturbine (2);
  - 1.7 das Sekundärrad (4.2) steht in Triebverbindung mit der Kurbelwelle (3);
  - 1.8 das Primärrad (4.1) ist gegenüber einer Drehbewegung mechanisch abbremsbar und verriegelbar, so dass die hydrodynamische Kupplung (4) die Funktion eines hydrodynamischen Retarders aufnimmt; dadurch gekennzeichnet, dass
  - 1.9 eine Steuerung vorgesehen ist, welche den Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) vor und/oder bei der Abbremsung des Primärrades (4.1) gezielt auf einen vorgegebenen Füllungsgrad entleert.
2. Antriebsstrang gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Primärrad (4.1) eine Lamellenkupplung (5) zugeordnet ist, welche zum mechanischen Abbremsen und Verriegeln des Primärrades (4.1) ausgebildet ist.
3. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrodynamische Kupplung (4) im Kühlkreislauf (6) eines Fahrzeugs angeordnet ist und das Arbeitsmedium das Fahrzeugkühlmedium ist.

4. Antriebsstrang gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung vor der hydrodynamischen Kupplung (4) ein 3/2-Wegeventil (7) im Kühlkreislauf (6) angeordnet ist, welches bei ungebremstem Primärrad (4.1) den zuströmenden Arbeitsmediumstrom in Richtung der hydrodynamischen Kupplung (4) und in Richtung des Verbrennungsmotors (1) aufteilt und unmittelbar vor der Abbremsung und/oder bei der Abbremsung des Primärrades (4.1) die Arbeitsmediumströmung in Richtung der hydrodynamischen Kupplung (4) unterbricht.
5. Antriebsstrang gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung vor der hydrodynamischen Kupplung (4) eine zuschalt- oder regelbare Drosselstelle vorgesehen ist, welche unmittelbar vor der Abbremsung und/oder bei der Abbremsung des Primärrades (4.1) die Strömung von Arbeitsmedium in den Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) drosselt.
6. Antriebsstrang gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Strömungsrichtung hinter der hydrodynamischen Kupplung (4) eine zuschalt- oder regelbare Ablauföffnung vorgesehen ist, insbesondere ein Auslassregelventil (19), welche/welches die Strömung von Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) bei der Entleerung des Arbeitsraums vergrößert.
7. Verfahren zur Steuerung eines Antriebsstranges gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, mit den folgenden Schritten:
  - 7.1 im Abgasenergienutzbetrieb mit angetriebener Abgasnutzturbine (2) wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) im wesentlichen oder vollständig mit Arbeitsmedium gefüllt gehalten und keines der Schaufelräder der hydrodynamischen Kupplung (4), Primärrad (4.1) und Sekundärrad (4.2) mechanisch gebremst;

- 7.2 im Retarderbetrieb bei mechanisch verriegeltem Primärrad (4.1) wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) mit einem vorgegebenen Füllungsgrad gefüllt gehalten;
- 7.3 beim Umschalten vom Abgasenergienutzbetrieb zum Retarderbetrieb wird der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) vor dem mechanischen Abbremsen und/oder beim mechanischen Abbremsen des Primärrades (4.1) der hydrodynamischen Kupplung (4) auf einen vorgegebenen Füllungsgrad oder vollständig entleert.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Füllungsgrad des Arbeitsraumes der hydrodynamischen Kupplung (4) während des Retarderbetriebs kleiner ist als der Füllungsgrad während des Abgasenergienutzbetriebs.
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass beim Schritt 7.3 der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) direkt auf den für den Retarderbremsbetrieb vorgegebenen Füllungsgrad entleert wird.
10. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass beim Schritt 7.3 der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) zunächst auf einen Füllungsgrad entleert wird, welcher kleiner ist als der für den Retarderbremsbetrieb vorgegebene Füllungsgrad.
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass beim Schritt 7.3 der Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung (4) im wesentlichen oder vollständig entleert wird.
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleerung des Arbeitsraums der hydrodynamischen Kupplung (4) durch Drosseln des in den Arbeitsraum zugeführten Arbeitsmediumstroms erfolgt.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleerung des Arbeitsraumes der hydrodynamischen Kupplung (4) durch Vergrößern des aus dem Arbeitsraum abgeführten Arbeitsmediumstroms erfolgt.
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleerung durch Unterbrechen des in den Arbeitsraum zugeführten Arbeitsmediumstroms erfolgt.

## Antriebsstrang mit Abgasnutzung und Steuerungsverfahren

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang, umfassend

- einen Verbrennungsmotor;
- eine Abgasnutzturbine, welche im Abgasstrom des Verbrennungsmotors angeordnet ist;
- eine Kurbelwelle, die vom Verbrennungsmotor angetrieben wird;
- die Kurbelwelle ist über eine hydrodynamische Kupplung mit der Abgasnutzturbine in eine Triebverbindung schaltbar, so dass die Kurbelwelle von der Abgasnutzturbine angetrieben wird;
- die hydrodynamische Kupplung weist ein Primärrad und ein Sekundärrad auf, welche miteinander einen Arbeitsraum ausbilden, der mit einem Arbeitsmedium zur Drehmomentübertragung befüllbar ist;
- das Primärrad steht in Triebverbindung mit der Abgasnutzturbine;
- das Sekundärrad steht in Triebverbindung mit der Kurbelwelle;
- das Primärrad ist gegenüber einer Drehbewegung mechanisch abbremsbar und verriegelbar, so dass die hydrodynamische Kupplung die Funktion eines hydrodynamischen Retarders aufnimmt.

Der erfindungsgemäße Antriebsstrang ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung vorgesehen ist, welche den Arbeitsraum der hydrodynamischen Kupplung vor und/oder bei der Abbremsung des Primärrades gezielt auf einen vorgegebenen Füllungsgrad entleert.



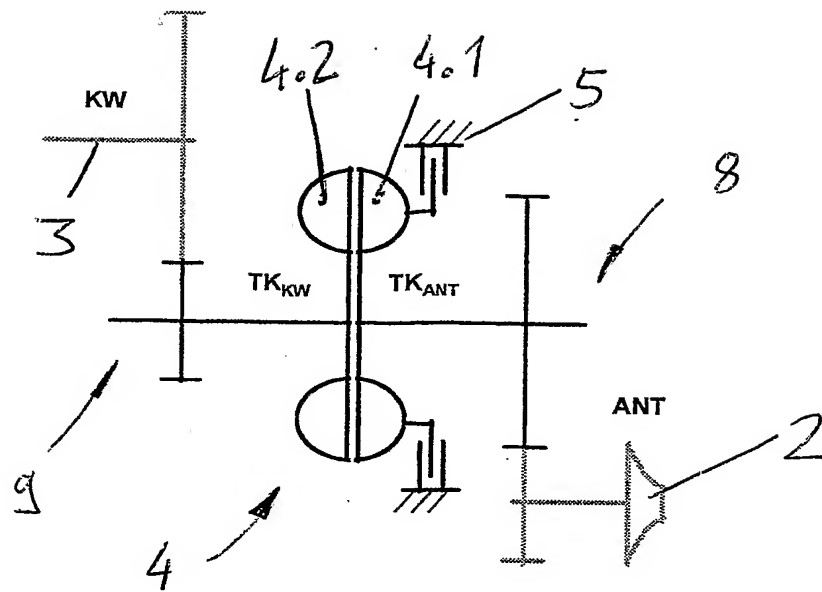


Fig. 1

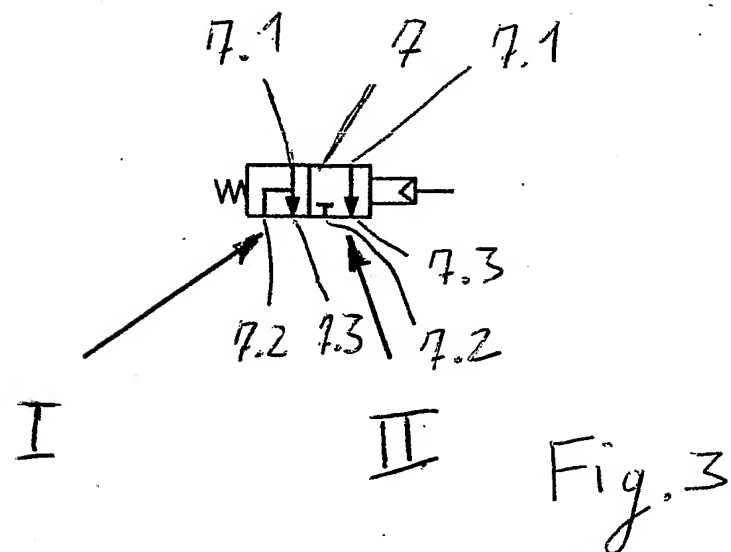


Fig. 3

